



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 44 36 526.8  
22 Anmeldetag: 13. 10. 94  
43 Offenlegungstag: 19. 10. 95

DE 44 36 526 A 1

30 Innere Priorität: 32 33 31  
16.04.94 DE 44 13 294.8

71 Anmelder:  
Franke, Rudolf, Prof. Dr., 64285 Darmstadt, DE

74 Vertreter:  
Koßobutzki, W., Dipl.-Ing.(FH), Pat.-Anw., 56244  
Helferskirchen

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Synchronisierung der Schaltkupplungen eines Stirnradwechselgetriebes für ein Kraftfahrzeug und Stirnradwechselgetriebe zur Durchführung des Verfahrens

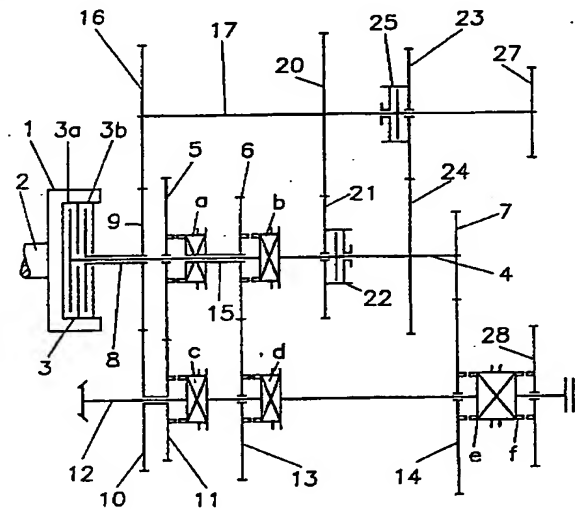
57 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Synchronisierung der vor einem Gangwechsel miteinander zu verbindenden Teile der formschlüssigen Schaltkupplungen eines geometrisch mit dem Faktor "q" abgestuften Stirnradwechselgetriebes für ein Kraftfahrzeug mit einer unter Last schaltbaren, aus zwei Reibungskupplungen gebildeten Doppelkupplung, am Eingang des Getriebes mit einer Antriebswelle und einer auf ihr gelagerten Antriebshohlwelle und einer zu ihr nicht koaxialen Abtriebswelle, mit mindestens sechs nacheinander schrittweise unter Last schaltbaren Vorwärtsgängen und mindestens fünf formschlüssigen Schaltkupplungen sowie mit mindestens einem Rückwärtsgang.

Um mit einem solchen Verfahren den mit dem Einsatz der sperrsynchronisierbaren Schaltkupplungen verbundenen Aufwand erheblich zu reduzieren, wird während eines über eine Reibungskupplung der Doppelkupplung über den einen Zweig des Getriebes bestehenden Ganges in dem mit der ausgekuppelten anderen Reibungskupplung noch offenen anderen Zweig des Getriebes die Drehzahl des Antriebsteiles einer einzukuppelnden formschlüssigen Schaltkupplung zur Vorwahl des nächsten Ganges über einen am Kraftfluß nicht beteiligten dritten Zweig des Getriebes mit einer Synchronisierungswelle und jeweils eines von zwei Synchronisierungszahnradpaaren mit der Übersetzung "q" bzw. "1/q" und zugehöriger Synchronisierungsreibungskupplung durch kurzzeitige reibschlüssige Verbindung mit seinem Abtriebs-  
teil auf dessen Drehzahl genau ...

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 95 508 042/553

10/31



DE 44 36 526 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Synchronisierung der vor einem Gangwechsel miteinander zu verbindenden Teile der formschlüssigen Schaltkupplungen eines geometrisch mit dem Faktor "q" abgestuften Stirnradwechselgetriebes für ein Kraftfahrzeug, mit einer Eingangswelle, mit einer Hauptkupplung, mindestens einer Antriebswelle und einer parallel dazu angeordneten Nebenwelle sowie mit einer Abtriebswelle und mit mindestens vier über formschlüssige Schaltkupplungen nacheinander schrittweise schaltbaren Vorwärtsgängen und mindestens einem Rückwärtsgang, sowie auf ein Stirnradwechselgetriebe zur Durchführung des Verfahrens.

Bei der Entwicklung von automatisch schaltenden Stirnradwechselgetrieben für Kraftfahrzeuge stand bis vor wenigen Jahren die Schalterleichterung und der Bedienungskomfort für den Fahrer an erster Stelle, wobei der höhere Kraftstoffverbrauch infolge des schlechten Wirkungsgrades von stufenlosen, hydraulischen Wandlern und der Leerlaufverluste von den in Planetengetrieben befindlichen, reibschlüssigen Lamellen-Reibungskupplungen und -bremsen sowie der Mehrverbrauch an Kraftstoff in Kauf genommen wurde. Bei den heute erheblich zugunsten des Staates heraufgesetzten Kraftstoffpreisen verzichten insbesondere PKW-Fahrer bei der Neuanschaffung eines Personenkraftwagens auf eine Schaltautomatik und bevorzugen Handschaltgetriebe mit einer engeren Abstufung der Gänge und einem fünften Gang, der als Schnellgang zum Fahren bei hoher Geschwindigkeit mit herabgesetzter Motordrehzahl dient, wodurch auch der Kraftstoffverbrauch nicht unbeachtlich verringert wird.

Demgegenüber bietet ein mit einer Doppelkupplung ausgerüstetes Stirnradwechselgetriebe mit sechs oder acht unter Last schaltbaren Gängen mit mechanischer Kraftübertragung und der Ausbildung des höchsten Ganges als Schnellgang eine anzustrebende Kraftstoffersparnis, ohne daß, wenn der Fahrer dies wünscht, auf einen vollautomatischen Gangwechsel verzichtet werden muß. Ein derartiges Stirnradwechselgetriebe ist aus der DE-PS 34 27 226 bekannt. Dieses ist mit einer auf einer Eingangswelle angeordneten, lastschaltbaren Doppelkupplung versehen. Bei diesem Stirnradwechselgetriebe sind vier Radzüge und fünf sperrsynchrisierbare Schaltkupplungen auf einer Antriebswelle, einer Antriebshohlwelle und einer Abtriebswelle angeordnet, mit denen sechs Vorwärtsgänge und über eine Nebenwelle mit einem Radzug zwei Rückwärtsgänge erzielbar sind. Bei diesem Stirnradwechselgetriebe wird es als nachteilig angesehen, daß die sperrsynchrisierbaren Schaltkupplungen einen nicht unbeachtlichen Herstellungs- und Einbauaufwand erfordern, was sich nachteilig auf den Einsatz eines solchen Stirnradwechselgetriebes auswirkt.

Bekanntlich besteht jede derartige sperrsynchrisierbare Schaltkupplung aus drei Funktionsteilen, und zwar einer meist als Konuskupplung mit sehr hochwertigem Reibbelag ausgebildeten Reibungskupplung, einer Verzahnung zum Sperren der Einkupplung vor Erreichen des Gleichlaufes und einer Verzahnung zum Einkuppeln der formschlüssigen Kupplungszähne. Von diesen sperrsynchrisierbaren Schaltkupplungen wird heute eine Schaltzeit von höchstens 0,1 bis 0,2 s verlangt, weil die Schaltzeit nicht unter Last schaltbarer Getriebe maßgebend für die Dauer der Antriebsunterbrechung ist.

Demgegenüber ist die Schaltzeit bei unter Last schaltbaren Doppelkupplungsgetrieben als Zeit für die Vorwahl und Schaltung des nächsten Ganges während des ungestörten Kraftflusses im noch eingekuppelten Gang nicht problematisch, weil eine Unterbrechung des Antriebes praktisch nicht stattfindet. An die für alle Gänge eines Doppelkupplungsgetriebes vorgesehenen Schaltkupplungen sind daher keine extremen Anforderungen zu stellen, was den Herstellungskosten derartiger Getriebe zugute kommt. Die Eigenart von geometrisch mit einem Faktor "q" abgestuften, unter Last schrittweise nacheinander schaltbaren Doppelkupplungsgetrieben ist es, während eines über die eine Reibungskupplung der Doppelkupplung mit der Motordrehzahl n betriebenen Ganges, an der jeweils leerlaufenden anderen Reibungskupplung entweder den nächst höheren Gang mit der Leerlaufdrehzahl  $n : q$  oder den nächst niedrigeren Gang mit der Leerlaufdrehzahl  $n \cdot q$  vorgewählt, d. h. gespeichert zu haben. Die Vorwahl des nächsten höheren oder niedrigeren Ganges ist durch die Schaltstellung der formschlüssigen Schaltkupplungen gegeben.

Für alle Schaltvorgänge im Doppelkupplungsgetriebe ist eine speicherprogrammierte elektronisch-hydraulische oder pneumatische Steuerung vorgesehen. Nach dem unter Last durch Wechsel der beiden Reibungskupplungen vollzogenen Gangwechsel ist aus dem vorher kraftübertragenden Zweig des Getriebes der leerlaufende Zweig geworden, in dem die Schaltstellung des vorher benutzten Ganges noch vorgewählt, d. h. gespeichert ist. Soll statt dessen der andere nächste Gang vorgewählt, d. h., geschaltet werden, so ist eine Schaltung erforderlich mit Auskuppeln einer Schaltkupplung und Einkuppeln einer Schaltkupplung, die hierzu zu synchronisieren ist.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren aufzuzeigen, mit dem bei einem solchen Stirnradwechselgetriebe — es kann auch mit acht Vorwärtsgängen ausgestattet sein — der mit dem Einsatz der sperrsynchrisierbaren Schaltkupplungen verbundene Aufwand und der Wellenabstand erheblich reduziert werden kann.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird gemäß der Erfindung bei einem Verfahren der eingangs-beschriebenen Gattung vorgeschlagen, daß während eines über eine formschlüssige Schaltkupplung eingelegten Ganges über eine Synchronisierungswelle die Drehzahl der Antriebswelle der für den nächsten Gang einzukuppelnden formschlüssigen Schaltkupplung über den momentan am Kraftfluß nicht beteiligten Zweig des Getriebes über jeweils eines von zwei Synchronisierungs-Zahnradpaaren mit der Übersetzung "q" bzw. "1/q" und zugehöriger Synchronisierungs-Reibungskupplung durch kurzzeitige reibschlüssige Verbindung auf die erforderliche Synchrohdrehzahl bringbar ist.

Durch ein solches Verfahren wird mittels einfacher formschlüssiger Schaltkupplungen, beispielsweise Klauenkupplungen, erreicht, daß die miteinander zu verbindenden Teile dieser Schaltkupplungen problemlos auf eine Synchronisierungsdrehzahl bringbar und dann miteinander kuppelbar sind. Anstelle der bisher als erforderlich erachteten sperrsynchrisierten Schaltkupplungen können einfache Schaltkupplungen treten, so daß sich der Herstellungsaufwand für ein nach diesem Verfahren arbeitendes Stirnradwechselgetriebe erheblich verringert.

Das Abtriebsteil jeder Schaltkupplung sitzt in seinem Schaltteil drehfest auf seiner Welle, die zwangsläufig

mittelbar von dem bewegten Fahrzeug mit einer bestimmten Drehzahl bzw. Winkelgeschwindigkeit angetrieben ist. Nur sein Antriebsteil, der mit einer der Reibungskupplungen der Doppelkupplung mittelbar verbunden ist, kann synchronisiert werden.

Dabei soll die vorstehend beschriebene Eigenschaft des Doppelkupplungsgetriebes benutzt werden, daß die jeweils leerlaufende Reibungskupplung je nach dem vorgewählten Gang entweder mit der Drehzahl  $n : q$  oder  $n \cdot q$  vom in Bewegung befindlichen Fahrzeug über den leerlaufenden Zweig des Getriebes angetrieben ist. Soll der vorher benutzte Gang, der bereits in dieser Weise vorgewählt und gesichert ist, wieder beim Gangwechsel eingekuppelt werden, so ist keine Schaltung im Getriebe erforderlich, es erfolgt lediglich ein Wechsel der Reibungskupplungen in der Doppelkupplung. Soll dagegen mit der Schrittschaltung in den nächstem niedrigeren oder höheren Gang geschaltet werden, so ist die jeweils leerlaufende Reibungskupplung von der Drehzahl  $n \cdot q$  auf die Drehzahl  $n : q$  abzubremesen, umgekehrt bei einer Schaltung in den nächst niedrigeren Gang von der Drehzahl  $n : q$  auf die Drehzahl  $n \cdot q$  zu beschleunigen, wodurch die Synchronisierung der beiden Teile der Schaltkupplungen bewirkt wird.

Mit der zentralen Synchronisierung lassen sich die bisher sehr hohen Kosten eines solchen Stirnradwechselgetriebes erheblich reduzieren. Diese Synchronisierung ist imstande, einfache, formschlüssige Schaltkupplungen des geometrisch abgestuften Doppelkupplungsgetriebes mit geringem Aufwand exakt auf die Synchrohdrehzahl zu bringen. Dabei wird der jeweils kraftübertragende Zweig des Stirnradwechselgetriebes mit dem anderen, leerlaufenden Zweig kurzzeitig reibschlüssig in dem vorgegebenen Übersetzungsverhältnis zum Hochschalten oder Herunterschalten kurzgeschlossen. Durch einen nicht an der Kraftübertragung beteiligten, dritten Synchronisierungszweig wird der zweite, leerlaufende Zweig auf die exakte Synchrohdrehzahl beschleunigt oder verzögert. Dabei besteht der sogenannte Synchronisierungszweig aus zwei Stirnradpaaren mit den Übersetzungen " $q$ " bzw. " $1/q$ " und zwei dazugehörigen kleinen Synchronisierungsreibungskupplungen, die nur das schwache Synchronisierungsdrehmoment zu übertragen haben.

Merkmale des Stirnradwechselgetriebes zur Durchführung des Verfahrens sind in den Ansprüchen 2 bis 12 offenbart.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand zweier in einer Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Dabei zeigen

Fig. 1 ein Getriebeschema eines Stirnradwechselgetriebes mit sechs Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang,

Fig. 2 das Getriebeschema eines Stirnradwechselgetriebes mit acht Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang.

Das in der Fig. 1 der Zeichnung dargestellte Stirnradwechselgetriebe wird als Antrieb für ein Kraftfahrzeug eingesetzt, welches entweder mit einem Frontmotor mit Frontantrieb, einem Heckmotor mit Heckantrieb oder einem Allradantrieb ausgerüstet ist. Diesem Stirnradwechselgetriebe ist ein Schwungrad 1 vorgeordnet, welches mit einer Welle 2, die in Bezug auf das Stirnradwechselgetriebe als Eingangswelle bezeichnet wird, eines nicht dargestellten Antriebsmotors angeordnet ist. In dem Schwungrad 1 ist die Hauptkupplung 3 angeordnet, die als sogenannte Doppelkupplung ausgebildet ist und aus zwei Einscheiben-Reibungskupplungen 3a, 3b

besteht.

Die Mitnehmerscheibe der Reibungskupplung 3a ist drehfest auf einer inneren Antriebswelle 4 befestigt, die sich als sogenannte Hauptwelle längs durch das nicht dargestellte Gehäuse des Stirnradwechselgetriebes erstreckt. Auf dieser Antriebswelle 4 sind zunächst zwei Zahnräder 5, 6 drehbar gelagert, während ein weiteres Zahnrad 7 fest mit der Antriebswelle 4 verbunden ist.

Auf der Antriebswelle 4 ist eine Antriebshohlwelle 8 drehbar gelagert, die drehfest mit der Mitnehmerscheibe der Reibungskupplung 3b verbunden ist. Zusätzlich nimmt diese Antriebshohlwelle 8 ein Zahnrad 9 drehfest auf. Dieses Zahnrad 9 ist ständig mit einem Zahnrad 10 in Eingriff, welches drehfest mit einem Zahnrad 11 auf der Abtriebswelle 12 gelagert ist, die sich längs durch das ganze Gehäuse erstreckt und die ihrerseits noch weitere drehbar auf ihr gelagerte Zahnräder 13 und 14 aufnimmt. Das Zahnrad 11 ist mit einem Zahnrad 5 ständig in Eingriff, das über eine kurze Hohlwelle 15, auf der ein Zahnrad 6 fest sitzt, mit diesem kuppelbar ist. Das Zahnrad 6 ist mit dem Zahnrad 13 und das Zahnrad 7 mit dem Zahnrad 14 ständig in Eingriff.

Den Zahnrädern 5, 6, 11, 13, 14 ist jeweils eine formschlüssige Schaltkupplung a bis e zugeordnet, die zu einem hydraulisch schaltbaren System gehören, das einschließlich der Doppelkupplung 3 und einer noch zu erläuternden Synchronisierungseinheit nach einem gespeicherten Programm elektronisch-hydraulisch gesteuert wird. Ausgenommen davon ist eine Schaltkupplung f für den Rückwärtsgang, die grundsätzlich nur bei Stillstand des Fahrzeuges eingekuppelt werden darf, sofern nicht zum Reversieren unter Kraftschluß von vorwärts nach rückwärts und umgekehrt ein besonderes Programm benutzt wird. Die beiden Schaltkupplungen e und f, die zusammen eine Doppelschaltkupplung bilden können, sind in diesem Fall als Einzel-Doppelschaltkupplung ausgeführt.

Über eine entsprechende Betätigung dieser Schaltkupplungen a bis e können bei diesem Stirnradwechselgetriebe sechs Vorwärtsgänge, die jeweils um den Faktor " $q$ " geometrisch abgestuft sind, in an sich bekannter, nicht näher erläuterter Weise nacheinander schrittweise geschaltet werden.

Dazu ist es erforderlich, daß noch während eines über eine der beiden Reibungskupplungen 3a oder 3b eingelegten Ganges die beiden miteinander zu verbindenden Teile der entsprechenden Schaltkupplung für den nächsten Gang zunächst auf eine Synchrohdrehzahl gebracht werden. Zu diesem Zweck steht das Zahnrad 9 zusätzlich mit einem Zahnrad 16 mit gleicher Zähnezahl in ständigem Eingriff, das auf einer Synchronisierungswelle 17 fest sitzt, die sich stets mit der gleichen Drehzahl wie die Antriebshohlwelle 8 und der Mitnehmer der Reibungskupplung 3b, jedoch in umgekehrter Drehrichtung dreht und die bei der Vorwärtsfahrt nicht durch Kraftfluß belastet ist.

Zwischen der Synchronisierungswelle 17 und der inneren Antriebswelle 4, die sich mit der Drehzahl des Mitnehmers der Reibungskupplung 3a dreht, sind zwei Synchronisierungs-Zahnradpaare 20, 21 und 23, 24 mit je einer Synchronisierungskupplung 22, 25 vorgesehen, die die Übersetzungen " $q$ " und " $1/q$ " besitzen. Dabei ist es gleichgültig, welches dieser Zahnräder 20, 21, 23, 24 auf welcher Welle 17 oder 4 drehbar gelagert und mit ihr über eine der Synchronisierungskupplungen 22, 25 verbindbar ist. Die beiden Synchronisierungskupplungen 22 und 25 können auch zu einer Doppel-Synchronisierungskupplung zusammengefaßt sein.

Die eine der beiden Reibungskupplungen 3a oder 3b der Doppelkupplung 3 überträgt die Kraft in einem bestimmten Gang über eine bestimmte Schaltkupplung in dem einen Zweig des Getriebes, während der zweite Zweig des Getriebes über die andere, ausgekuppelte Reibungskupplung und eine ebenfalls ausgekuppelte Schaltkupplung zur Vorwählung bzw. Schaltung des nächsten, höheren oder niedrigeren Ganges geöffnet bereitsteht.

Die zentrale Synchronisierungseinheit bildet nun mit der Synchronisierungswelle 17 einen dritten, keine Kraft übertragenden Zweig parallel zu den beiden anderen Zweigen des Getriebes, der den jeweils mit der Motordrehzahl  $n$  kraftübertragenden Zweig des Getriebes kurzzeitig reibschlüssig über die eine der beiden Synchronisierungskupplungen 22 oder 25 mit dem zweiten geöffneten Zweig des Getriebes kurzschließt. Hierdurch wird der Antriebsteil der noch offenen Schaltkupplung für den nächsten Gang im zweiten Zweig des Getriebes auf die genaue Synchrondrehzahl seines Abtriebsteiles gebracht, um anschließend sofort in Eingriff zu gehen, wonach der Gangwechsel durch Wechsel der beiden Reibungskupplungen unter Last vollzogen wird.

Wie bereits oben ausgeführt, sind sämtliche Schaltvorgänge für die Vorwärtsfahrt durch ein elektronisch-hydraulisches System automatisch nach einem Speicherprogramm gesteuert. Die Vorwahl des nächsten Ganges kann ebenso wie der Zeitpunkt des Gangwechsels automatisch gesteuert oder vom Fahrer bestimmt werden.

Bei gleichzeitiger Verwendung der Synchronisierungswelle 17 für die Rückwärtsgänge kann diese seitlich aus der Mittelebene heraus geschwenkt sein und an ihrem Ende ein festes Zahnrad 27 tragen, das mit einem auf der Abtriebswelle 12 drehbar gelagerten Zahnrad 28 ständig im Eingriff steht, welches mit der Schaltkupplung f für die Rückwärtsgänge verbindbar ist.

Bei Bedarf ist es möglich, die Synchronisierungswelle 17 auch als Nebenwelle für zwei Rückwärtsgänge auszubilden.

Das in der Fig. 2 der Zeichnung dargestellte Getriebschema gehört zu einem Stirnradwechselgetriebe mit acht Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang. Dieses Stirnradwechselgetriebe weist in vielen Teilen einen mit dem Stirnradwechselgetriebe der Fig. 1 übereinstimmenden Aufbau auf. Gleiche Teile sind daher auch mit den gleichen Bezugszahlen bzw. Bezugsbuchstaben versehen.

Das Stirnradwechselgetriebe der Fig. 2 unterscheidet sich gegenüber dem Stirnradwechselgetriebe der Fig. 1 dadurch, daß hier die Welle 17 nicht mehr als Synchronisierungswelle, sondern ausschließlich als Welle für den Rückwärtsgang dient. Dies bedeutet, daß die Welle 17 hier nicht mehr die Synchronisierungskupplung 25 und das Zahnrad 23 aufnimmt. Auch das Zahnrad 20 befindet sich jetzt nicht mehr auf der Welle 17, so daß dieselbe erheblich kürzer ausgebildet sein kann. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind das Zahnrad 20 und ein Teil der Synchronisierungskupplung 25 fest auf einer Hohlwelle 30 angeordnet, die drehbar auf der Abtriebswelle 12 gelagert ist. Auf dieser Hohlwelle 30 ist auch das mit einem Teil der Synchronisierungskupplung 25 verbundene Zahnrad 23 drehbar gelagert. Daraus ergibt sich, daß hier die Hohlwelle 30 zeitweise bzw. momentan eine Synchronisierungsfunktion ausübt, und zwar in der gleichen Weise, wie dies die Welle 17 des Stirnradwechselgetriebes gemäß Fig. 1 macht. Zusätzlich wurden bei der Ausgestaltung des Stirnradwechselgetriebes gemäß

Fig. 2 die Zahnräder 20, 21, 23, 24 mit den Synchronisierungskupplungen 22, 25 vor den der Übersetzung für die einzelnen Gänge dienenden Zahnrädern, hier also vor den Zahnrädern 5, 11, angeordnet. Dies vereinfacht den Aufbau des Getriebes. Für die zusätzlichen beiden Gänge sind hier die Zahnräder 7a, 14a mit den Schaltkupplungen h, i vorgesehen. Die Schaltkupplungen e, f sind hier als getrennte Schaltkupplungen ausgebildet und an entgegengesetzten Enden auf der Abtriebswelle 12 angeordnet. Der Ablauf der Synchronisierung ist jedoch hier der gleiche wie bei dem Stirnradwechselgetriebe gemäß der Fig. 1.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Synchronisierung der vor einem Gangwechsel miteinander zu verbindenden Teile der formschlüssigen Schaltkupplungen eines geometrisch mit dem Faktor "q" abgestuften Stirnradwechselgetriebes für ein Kraftfahrzeug, mit einer Eingangswelle, mit einer Hauptkupplung, mindestens einer Antriebswelle und einer parallel dazu angeordneten Nebenwelle sowie mit einer Abtriebswelle und mit mindestens vier über formschlüssige Schaltkupplungen nacheinander schrittweise schaltbaren Vorwärtsgängen und mindestens einem Rückwärtsgang, dadurch gekennzeichnet, daß während eines über eine formschlüssige Schaltkupplung eingelegten Ganges über eine Synchronisierungswelle die Drehzahl der Antriebswelle der für den nächsten Gang einzukuppelnden formschlüssigen Schaltkupplung über den momentan am Kraftfluß nicht beteiligten Zweig des Getriebes über jeweils eines von zwei Synchronisierungszahnradpaaren mit der Übersetzung "q" bzw. "1/q" und zugehöriger Synchronisierungs-Reibungskupplung durch kurzzeitige reibschlüssige Verbindung auf die erforderliche Synchrondrehzahl bringbar ist.

2. Stirnradwechselgetriebe für Kraftfahrzeuge zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einer Eingangswelle, mit einer Hauptkupplung, mindestens einer Antriebswelle und einer parallel dazu angeordneten Nebenwelle sowie mit einer Abtriebswelle, wobei diese Wellen mindestens vier Radzüge und mindestens drei formschlüssige Schaltkupplungen sowie Zahnräder mit Kupplung für mindestens einen Rückwärtsgang aufnehmen, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zur Antriebswelle (4) eine an der Kraftübertragung momentan nicht beteiligte Synchronisierungswelle (17, 30) vorgesehen ist, die einerseits ein drehfestes und ständig mit einem auf der Antriebswelle (8) befestigten Zahnrad (9) kämmendes Zahnrad (10, 16) trägt, daß die Synchronisierungswelle (17, 30) andererseits über eine Synchronisierungseinheit mit der Antriebswelle (4) zur kurzzeitigen Synchronisierung einer der fünf Schaltkupplungen (a bis e) während eines eingelegten Ganges zur Vorwahl des nächst höheren oder niedrigeren Ganges reibschlüssig verbindbar ist, wobei die Synchronisierungseinheit aus einem ersten Synchronisierungszahnradpaar (20, 21) mit der Übersetzung "q" und einer Synchronisierungs-Reibungskupplung (22) und einem zweiten Synchronisierungszahnradpaar (23, 24) mit der Übersetzung "1/q" und einer Synchronisierungs-Reibungskupplung (25) besteht.

3. Stirnradwechselgetriebe nach Anspruch 2, da-

durch gekennzeichnet, daß die Hauptkupplung (3) aus einer an sich bekannten und mit zwei Reibungskupplungen (3a, 3b) versehenen Doppelkupplung gebildet ist und daß die Eingangswelle (2) wechselweise mit der Antriebswelle (4) oder der Antriebs- 5 hohlwelle (8) kuppelbar (8) ist.

4. Stirnradwechselgetriebe nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Synchronisierungswelle durch den momentan nicht an der Kraftübertragung beteiligten Zweig des Getriebes 10 gebildet wird.

5. Stirnradwechselgetriebe nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Synchronisierungswelle durch eine Nebenwelle (17) gebildet ist. 15

6. Stirnradwechselgetriebe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Nebenwelle (17) durch eine Welle für den Rückwärtsgang gebildet ist.

7. Stirnradwechselgetriebe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Nebenwelle durch eine direkt vom Motor angetriebene Welle gebildet ist. 20

8. Stirnradwechselgetriebe nach mindestens einem der Ansprüche 2—7, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebswelle (4) ständig mit der Reibungskupplung (3a) und die Welle (17) bzw. die Hohlwelle (30) zeitweilig als Synchronisierungswelle über ein Zahnradpaar (9, 16) und der Antriebs-hohlwelle (8) in umgekehrter Drehrichtung mit der Reibungskupplung (3b) der Doppelkupplung verbunden ist und daß die Antriebswelle (4) und die Synchronisierungswelle (17) über je eines der beiden Synchronisierungszahnradpaare (20, 21 oder 23, 24) und eine der Synchronisierungs-Reibungskupplungen (22, 25) wechselseitig ohne Belastung durch den Kraftfluß miteinander verbindbar sind. 30 35

9. Stirnradwechselgetriebe nach mindestens einem der Ansprüche 2—8, dadurch gekennzeichnet, daß je ein Zahnrad (20, 24) der beiden Synchronisierungszahnradpaare (20, 21, 23, 24) wechselseitig fest auf der Synchronisierungswelle (17) angeordnet und dem anderen Zahnrad (21, 23) der beiden Synchronisierungszahnradpaare (20, 21, 23, 24) auf der Synchronisierungswelle (17) und der Antriebswelle (4) je eine Synchronisationsreibungskupplung (22, 25) zugeordnet ist. 40 45

10. Stirnradwechselgetriebe nach mindestens einem der Ansprüche 2—9, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Synchronisierungskupplungen (22, 25) zu einer Doppelkupplung zusammengefaßt sind, die auf der Antriebswelle (4) oder der Synchronisierungswelle (17) angeordnet ist. 50

11. Stirnradwechselgetriebe nach mindestens einem der Ansprüche 2—10, dadurch gekennzeichnet, daß die Synchronisierungszahnräder (20, 21, 23, 24) aus Kunststoff gebildet sind. 55

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

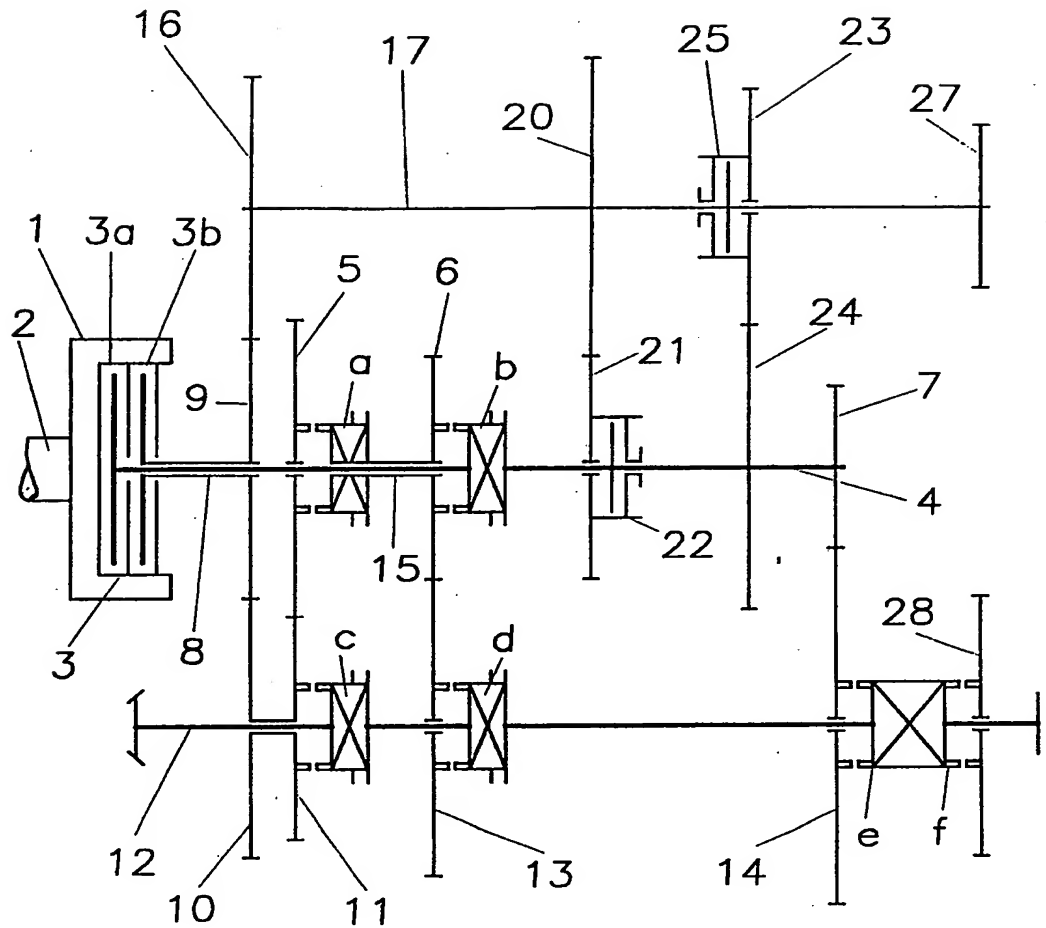


Fig.2

